

Influência da Granulometria na Plasticidade e Retração de Secagem das Argilas

Jacquelini Ribeiro Crozetta^a, Vitor de Souza Nandi^a, Fábio Rosso^{a,b}, Alexandre Zaccaron^{c*}, Danila Ferreira Niero^c

^a Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE, Cocal do Sul, SC, Brasil

^b Laboratório de Materiais Cerâmicos Cocal do Sul – LaMaCC, Cocal do Sul, SC, Brasil

^c Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, SC, Brasil

*e-mail: alexandrezaccaron@hotmail.com

Resumo

As propriedades das matérias-primas utilizadas na composição de massa influenciam diretamente a qualidade do produto cerâmico. Uma dessas propriedades é a plasticidade ela consegue indicar o uso de uma argila conforme o de processo de conformação. Desse modo esse artigo tem como objetivo estudar a influencia granulométrica de material arenoso entre as malhas # 16-40, # 40-80, # 80-200, e # <200, e a influência da composição mineralógica na plasticidade das argilas. Para isso foram separadas duas tipologias de argila, acrescentado areia na proporção de 10% e 20% nas malhas citadas anteriormente. Para cada formulação foi realizado os ensaios de caracterização, DRX, FRX, método Pfeffekorn, curva de Bigot, distribuição do tamanho de partícula a úmido, absorção de água e retração de secagem. Adição de areia nas malhas entre # 16 e # 200 ajudam a diminuir o teor de água para a conformação. Nas malhas 80-200 mesh a areia foi mais eficiente na retração de secagem para a argila de morro enquanto na argila de várzea as malhas <200 mesh demonstraram melhor eficácia. Trincas foram observadas somente nos corpos de prova da argila de várzea bruta e nas formulações 10% areia. Os resultados demonstram a influência do tamanho granulométrico junto ao teor de areia adicionada nas argilas.

Palavras-chave: granulometria, plasticidade, areia, retração de secagem.

1. Introdução

Nos anos 1960 o setor de cerâmica vermelha foi estimulado ao crescimento pelo governo. Através de políticas públicas habitacionais é criado o Sistema Financeiro da Habitação, e o Banco Nacional da Habitação. Os anos 1970 são impulsionados pelo crescimento da década anterior.

Nessa época ocorre modernização nas cerâmicas nacionais incentivadas pelo *boom* na construção civil. O setor incorporou novos processos, novas linhas, diversificou a produção de minerais para atender a indústria cerâmica brasileira¹.

Em muitos países o conhecimento das características físicas, químicas e mecânicas dos materiais argilosos é entendido como uma importante etapa do processamento, básico para a obtenção de qualidade com isso possibilita ao empresário uma notável redução de custos na produção e um aumento do valor agregado da sua cerâmica².

Na literatura técnica as argilas utilizadas na cerâmica vermelha são conhecidas como argilas comuns (*common clays*), composta por uma grande variedade de minerais de natureza argilosa. As argilas possuem granulometria fina caracterizando diferentes graus de plasticidade, quando em contato com diferentes teores de água³.

Nas argilas a composição mineralógica, física e química isolada ou combinada são importantes para a fabricação de cerâmica, melhorando o processo de conformação³.

A plasticidade nas argilas ocorre pelo resultado da força atrativa entre as partículas de argilominerais, estas estão carregadas eletricamente mais a ação lubrificante da água entre estas partículas. Para a plasticidade se desenvolver é necessário que a água forme uma película sobre a superfície dos argilominerais. O percentual dessa água em relação à argila seca é denominado índices de Atteberg⁴.

É comum utilizar o conceito de plasticidade durante o processo de conformação, trata-se de uma particularidade ligada ao comportamento mecânico da argila, ou seja, quando há uma deformação permanente sem haver ruptura no material cerâmico⁵.

A granulometria é a classificação das partículas de um material sólido por seus determinados tamanhos. Como a granulometria influencia muitas propriedades dos argilominerais, a sua medida é muito importante para a caracterização de qualquer produto cerâmico. O método usualmente utilizado de análise granulométrica é o peneiramento, consiste no atravessamento do material sólido por uma série de peneiras padronizadas, em ordem crescente de abertura de malha⁶.

A plasticidade é dependente das matérias primas aplicadas a composição e de suas próprias características: composição mineralógica, dimensão e formato das partículas, presenca de quartzo e até mesmo de matéria orgânica⁷.

A secagem é considerada uma das etapas mais delicadas do processo de fabricação da cerâmica vermelha. Comumente durante esta etapa acontecem defeitos nas peças que muitas vezes serão percebidos mais tarde após a queima. Compreender a secagem ajuda o ceramista a evitar os defeitos resultantes do processo fabril de secagem8.

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de estudar diferentes teores de material arenoso com granulometrias diferentes na composição de massa para o processo de fabricação de cerâmica vermelha. Analisando a plasticidade da massa e seu comportamento durante o processo de secagem. Para isso foram realizados ensaios de caracterização, DRX, FRX, método Pfeffekorn, curva de Bigot, distribuição do tamanho de partícula a úmido, absorção de água e retração de secagem O estudo visa agregar mais conhecimento com relação ao assunto e ajudar a melhorar a qualidade do produto final.

2. Material e Métodos

Este estudo foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Materiais Cerâmicos Cocal, LaMaCC, no município de Cocal do Sul/SC. As argilas utilizadas neste estudo foram fornecidas pela Mineradora Coopemi localizada em Morro da Fumaça; estas argilas são aplicadas ao processo produtivo de cerâmicas do setor das micro-regiões da AMREC, AMESC e AMUREL.

Duas argilas distintas foram coletadas. A primeira proveniente de um charco (terreno pantanoso) possui cor escura e alta plasticidade, conhecida por argila de várzea. A segunda argila é avermelhada de aspecto seco foi extraída de terrenos mais altos, chamada assim, argila de morro.

Ambas foram caracterizadas, quimicamente por DRX (Siemens modelo D5000) e FRX (Philips modelo PW 2400), e fisicamente para determinar: o índice de plasticidade, distribuição de tamanho de partículas, retração de secagem, umidade de conformação, retração de queima e absorção d'água.

Para a realização das formulações o limite mínimo de 10% e máximo de 20% do percentual de areia foi embasado no estudo de Vieira, Feitosa e Monteiro⁸, onde acrescentaram areia a argila nos percentuais de 5%, 10%, 15% e 20%, observando o comportamento do material durante a secagem. Baseados nesse contexto foram elaborados as formulações apresentadas na Tabela 1 para a argila de Morro e na Tabela 2 para a argila de Várzea.

Ambas as matérias primas foram inspecionadas, para a retirada de pedregulhos raízes e desaglomeração dos torrões. Após foram passadas em misturador de rosca helicoidal para desagregação e homogeneização, após, uma amostra de 20 kg foi coletada a partir de cinco pontos de cada matéria prima. Por meio de processo de quarteamento, as amostras foram homogeneizadas e reduzidas a 9 kg cada para o desenvolvimento do trabalho.

A areia lavada foi obtida comercialmente em uma loja de materiais de construção. Primeiramente a areia foi seca em estufa elétrica (marca DeLeo nº 2211), a uma temperatura de 80 ± 5 °C por um tempo de 12 h. A areia foi fracionada em diferentes malhas # 16-40, # 40-80, # 80-200 mesh, para conseguir o material passante em malha 200 mehs, foi preciso realizar a moagem a seco da areia em moinho excêntrico (marca Servitech, modelo CT-242) a partir do movimento de centrifugação por 60 min. Após a moagem a areia foi passada em uma peneira com malha de 200 mesh.

Em seguida, parte do material da amostra (argila de morro e várzea) foi analisada quimicamente por meio de um espectrômetro de fluorescência de raios X (FRX, Philips modelo PW 2400). Para identificar as fases presentes nas argilas, difratometrias de raios X foram realizadas em um difratômetro Siemens modelo D5000, com radiação Cu Ka (40 kV, 25 mA).

As argilas juntamente com a areia foram misturadas e homogeneizado em misturador seguindo as formulações das Tabelas 1 e 2. O teor de água adicionado foi o suficiente para atingir o índice de plasticidade pelo método de Pfeffekorn, com 20% de deformação, o usualmente praticado nas cerâmicas vermelhas da região para o processo de extrusão.

Tabela 1. Formulação	realizada em	(%), Argila	de Morro.						
Argila de	BM	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	8M
Morro	100%	90%	90%	90%	90%	80%	80%	80%	80%
# 16-40		10%				20%			
# 40-80			10%				20%		
# 80-200				10%				20%	
<200					10%				20%

Tabela 1. Forr	nulação r	ealizada (em (%),	Argila	de	Morro
----------------	-----------	------------	---------	--------	----	-------

Tabela 2. I officiação realizada em (70), Algia de Varzes	18	abela 2.	Formulação	realizada em	i (%), Argila d	le Várzea
--	----	----------	------------	--------------	-----------------	-----------

Angila da Vángoa	BV	1V	2V	3 V	4V	5V	6V	7M	8V
Argina ue varzea	100%	90%	90%	90%	90%	80%	80%	80%	80%
# 16-40		10%				20%			
# 40-80			10%				20%		
# 80-200				10%				20%	
<200					10%				20%

Para cada formulação foram confeccionados 8 corpos de prova cilíndricos de 40 mm altura. Sobre cada amostra foi solto um punção de peso e altura constante. Verificando a altura final da peça com Paquímetro (Digmess digital com precisão de 0,01 mm). As peças foram secas em estufa elétrica (marca DeLeo n° 2211) 80 ± 5 °C para verificar a umidade de conformação para o índice de plasticidade de Pfeffekorn pesou-se as peças em balança (Marte AD 5002 pesagem Máxima 5000 g e precisão 0,01 g). Os dados foram expressos no cálculo da Equação 1 :

$$\%U = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100\tag{1}$$

Onde: %U = percentual de umidade; Mu = massa úmida (g); Ms = massa seca (g).

Nesta etapa para determinar a granulometria foram reservados 150 g de cada formulação em um recipiente com 550 ml de água durante 24 h, dado esse período foi agitado com auxilio de uma batedeira (Walita RI 7110). A suspensão foi transferida para peneira de malha # 325, foi lavada em água corrente, o resíduo restante na malha foi colocado na peneira superior, onde estava sobreposta as demais de maior para menor abertura de malha # 40, # 80, # 150, # 200, # 250 e # 325 mesh. Todas as peneiras retornaram em água corrente para que o resíduo ficasse retido na malha correspondente ao seu tamanho granulométrico. O resíduo coletado secou em estufa elétrica (marca DeLeo n° 2211), a uma temperatura de 80 ± 5 °C por 24 h, após foi pesado em balança (Marte AD 5002 pesagem Máxima 5000 g e precisão 0,01 g). Os dados foram expressos no cálculo da Equação 2:

$$\% \operatorname{Re} s. = \frac{Mr}{Ma} \times 100 \tag{2}$$

Onde: %Res. = Percentual de resíduo bruto (%); Mr = Massa do resíduo retido em peneira após secagem (g); Ma = Massa da amostra inicial (g).

Após, o material ficou descansando por 24 horas para homogeneização da umidade, em seguida as formulações foram conformadas pelo processo de extrusão sem vácuo, produzindo 8 corpos de prova $(27 \times 45 \text{ mm})$ cada formulação. Todas as peças foram pesadas e medidas com Paquímetro (Digmess digital com precisão de 0,01 mm) para obter a massa e tamanho úmido.

Em seguida, todas as peças foram para secagem na estufa elétrica (marca DeLeo n° 2211), a uma temperatura de 65 ± 5 °C, onde a cada 40 minutos todas as peças foram medidas e pesadas até que estabilizassem as medidas para a realização da curva de Bigot., onde se verifica a retração das peças frente a perda de água. Para estes ensaios foram utilizados o cálculo da Equação 3 e 4:

$$\% RS = \frac{Li - Lf}{Li} \times 100 \tag{3}$$

Onde: %RS = Retração de Secagem (%); Li = Comprimento inicial (mm); Lf = Comprimento final (mm).

$$\%U = \frac{Mi - Mf}{Mi} \times 100 \tag{4}$$

Onde: %U = Percentual de umidade da amostra (%); Mi = Massa inicial (g); Mf = Massa final após secagem da amostra (g).

Em uma etapa posterior as formulações foram sinterizadas em forno mufla elétrico, controlador de temperatura Novus N1100, aquecimento de 10 °C/min; Patamar de 45 min à 900 °C. Todas as peças novamente foram medidas e pesadas para realizar o ensaio de retração linear após queima se deu para avaliar as variações das dimensões dos corpos de prova após sua sinterização, dada pela Equação 5:

$$P_{N}RQ = \frac{Li - Lf}{Li} \times 100$$
 (5)

Onde: %RQ = Percentual de retração de queima (%); Li = Comprimento inicial (mm); Lf = Comprimento final (mm).

E por ultimo os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de absorção de água que consiste em pesar a amostra seca, e depois submetê-la em banho de imersão com água fervente por 2 horas. Após o banho retira-se o excesso de umidade com o auxílio de um pano umedecido. Os valores de absorção de água foram obtidos utilizando a Equação 6:

$$\% Aa = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100 \tag{6}$$

Onde: Aa = Absorção de água (%); Mu = Massa úmida (g); Ms = Massa seca (g).

3. Resultados e Discussão

Conforme a Tabela 3, os teores de SiO₂ variam de 62,92% (várzea) a 65,20% (morro) caracterizando principalmente o quartzo e argilominerais. Os valores de Al_2O_3 ficaram entre 21,54% (várzea) e 19,67% (morro), estes percentuais relacionam-se à caulinita. Os resultados de 2,51% (várzea) a 4,20% (morro) são referentes ao teor

Tabela 3. Caracterização química das argilas estudadas.

Amostra						Óxidos	(%)					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	MnO	P_2O_5	TiO ₂	SrO	P.F
BV	62,92	21,54	2,51	0,25	0,46	0,55	0,09	-	0,03	1,53	-	10,27
BM	65,20	19,67	4,20	0,20	2,65	0,69	0,19	-	0,06	0,89	-	6,34
	-											

P.F.: Perda ao fogo.

de Fe₂O₃. Influenciando na cor de queima das formulações com argila de morro em suas composições. Os teores de Fe₂O₃ a partir de 4% causam a cor vermelho escuro no material queimado⁹. Os valores de TiO₂ foram de 1,53% (várzea) e 0,89% (morro). Normalmente argilas sedimentares apresentam maior teor de TiO₂. Porcentagens <1% de TiO₂ praticamente não alteram as propriedades cerâmicas⁴.

O teor de CaO e MgO foi < 1% para as duas argilas. As percentagens de K_2O estão maiores que Na₂O, associadas aos feldspatos, conhecidos fundentes na cerâmica. A perda ao fogo trata-se da água e voláteis, maior na argila de várzea (10,27%), características desta, por sua plasticidade e por ser um material sedimentar com acúmulo de matéria orgânica, ocorrendo valores inferiores (6,34%) em argilas primárias ou argila de morro. Conforme Figuras 1 e 2, o difratograma de raios X das argilas de morro e várzea, apresentam picos de difração para a caulinita (Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O) responsável pela plasticidade, o quartzo (SiO₂) pelo comportamento inerte durante a queima e diminuição da plasticidade, e mica muscovita (K₂O.3Al₂O3.6SiO₂.2H₂O) facilitadora de aparecimento de defeitos nas peças cerâmicas, com tamanho de partícula diminuído em presença óxidos alcalinos como K₂O e Na₂O atua como fundente.

Conforme a Figura 3 o percentual de água de umidade é maior na argila BM, sem incorporação adicional de areia. Já as formulações 6M e 7M apresentaram o percentual mínimo de todas as formulações da argila de morro e muito próximo respectivamente 16,58% e 16,62%. As amostras 2M e 3M não se destacaram nos resultados totais da umidade de conformação argila de



Figura 1. Analise Mineralógica BV.



Figura 2. Analise Mineralógica BM.

morro, nem tão pouco entre os de 10%. Sendo que a 2M e 3M possuíam a mesma faixa granulométrica da 6M e 7M. A areia das malhas estudadas em teor de 10%, apresentaram praticamente mesma faixa de atuação na umidade de conformação, sendo o mais influenciável na diminuição da umidade de conformação o teor de 20% nas malhas # 40-80 e # 80-200 mesh.

Na Figura 4 os resultados seguiram a mesma linha da Figura 5, mas com um aumento da umidade de conformação. A argila de várzea é mais plástica consequentemente



Figura 3. Umidade de Conformação Argila de Morro.





precisa de mais água. Conforme observado anteriormente na Figura 5, o ponto 8M no gráfico chamou atenção por manter padrão semelhante a formulação 4M. A explicação de tal fato pode ser analisada na Tabela 4, onde a formulação 8M contém porcentagens de retidos, nas malhas estudadas, muito semelhantes a BM. Necessitando de maior volume de água para conformação.

Conforme a curva de Bigot da Figura 5 a argila de morro (BM) estabiliza a retração antes que a de várzea (BV) três pontos no gráfico. Ou seja, quando a BM estabiliza, ainda tem que ter muita atenção com a BV com o aparecimento dos defeitos de secagem (trincas) sendo que ela permanecera mais no secador para a eliminação da umidade de conformação, aumentando o custo de secagem.

Analisando a curva da Figura 6 referente as formulações de argila de morro com adição de 10% de areia nas malhas # 16-40, # 40-80, # 80-200 e <200 mesh. Percebe-se a curva que estabilizou antes de todas foi a 3M com a areia nas malhas # 80-200 mesh, as curvas 1M e 4M estabilizaram juntas, o pior resultado foi para a formulação 2M, ultima a estabilizar.

Para as formulações da argila de morro teor de 20% de areia, o melhor comportamento foi para a 7M seguido pela 5M e 8M e por ultimo a 6M na Figura 7.

Para as formulações da argila de várzea teor de 10% de areia percebe-se melhor comportamento quanto a estabilidade de retração na Figura 8 para a curva 4V seguida pela 1V e 3V, por ultimo a 2V.

Na Figura 9 referente a formulação de argila de várzea com adição de 20% de areia o melhor comportamento é para 8V seguida pela 5V e 7V, por ultimo a 6V.

Nas Tabelas 4 e 5, apresentam-se a distribuição do tamanho de partículas a úmido para as argilas de morro e de várzea. As formulações demarcadas em negrito apresentam semelhanças entre si.

Conforme Figura 10, a cor de queima das peças formuladas com argila de várzea foi bege em virtude do teor de Fe₂O₃ abaixo de 3% com aparecimento de



Figura 5. Curva de Bigot Argila de Morro e Argila de Vázea.

DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULAS A ÚMIDO											
MP	# 40	# 80	# 150	# 200	# 250	# 325	Total				
1V	5,90	1,89	1,41	1,06	0,38	0,96	89,46				
2V	0,15	6,91	2,64	0,98	0,11	0,86	89,33				
3V	0,07	0,47	7,54	1,69	0,56	1,12	90,24				
4V	0,12	0,38	1,12	1,02	0,42	1,89	96,06				
5V	13,32	2,78	1,46	1	0,36	0,82	81,27				
6V	0,11	14,94	4,36	0,96	0,35	0,77	79,47				
7V	0,06	0,46	14,39	2,9	0,87	1,39	82,83				
8V	0,06	0,30	0,91	0,9	0,78	3,19	94,77				
BV	0,08	0,41	1,44	1,18	0,49	1,13	96,45				

Tabela 4. Distribuição do Tamanho de Partículas a Úmido Formulação BV.

Tabela 5. Distribuição do Tamanho de Partículas a Úmido Formulação BM.

DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULAS A ÚMIDO											
MP	# 40	# 80	# 150	# 200	# 250	# 325	Total				
1M	6,77	2,62	3,60	8,84	2,04	5,17	79,79				
2M	0,72	6,97	4,42	7,22	3,12	6,87	77,90				
3M	0,54	0,73	8,88	9,49	3,72	6,55	79,58				
4M	0,64	0,74	3,46	9,5	2,04	5,89	87,22				
5M	14,15	3,27	3,27	6,23	3,00	6,24	70,09				
6M	0,46	14,06	5,75	5,25	2,96	5,95	70,84				
7M	0,50	0,69	16,28	7,07	3,53	6,03	72,98				
8M	0,25	0,55	3,46	5,77	2,83	6,63	86,27				
BM	0,60	0,90	3,35	7,88	3,54	7,21	84,39				



Figura 6. Curva de Bigot Argila de Morro, 1M, 2M, 3M, 4M.

trincas nas formulações 1V,2V,3V,4V E BV. A adição de teores de areia em 20% ajudaram a conter as trincas. As trincas são de secagem, pois se fossem de queima apareceriam para todas as formulações, principalmente para as formulações com 20% de areia. Onde o teor de quartzo é elevado e seriam mais evidentes os defeitos causados por sua transformação alotrópica a 573 °C. Quando ocorre a transformação reversível do quartzo α em quartzo β . A textura ficou sensivelmente mais áspera na adição de areia com malha mais grossa 1V,2V,5V e 6V dificultando o corte das peças.

Na Figura 11 não houve trincas nas formulações de argila de morro, a cor vermelho escuro pode ser explicado pelo teor de Fe_2O_3 a partir de 4%. A textura ficou sensivelmente mais áspera na adição de areia com malha mais grossa 1M, 2M, 6M e 7M dificultando o corte das peças.

Na Figura 12 a formulação que teve maior retração foi a BM (5,90%), sem a adição de areia. Seguida pela 4M e 8M referentes às malhas <200 mesh com 10% e 20% de adição de areia, estas apresentaram respectivamente 5,62% e 5,50% de retração. Quanto maior a adição de água na



Figura 7. Curva de Bigot Argila de Morro, 5M, 6M, 7M, 8M.



Figura 8. Curva de Bigot Argila de Várzea, 1V, 2V, 3V, 4V.



Figura 9. Curva de Bigot Argila de Várzea, 5V, 6V, 7V, 8V.



Figura 10. Peças Queimadas Formulação BV.



Figura 11. Peças Queimadas Formulação BM.



Figura 12. Retração de Secagem argila de Morro.

conformação maior será a retração de secagem. A adição de areia passante em malhas menores que 200 mesh não apresentaram grande influência no controle de retração das peças. A menor retração foi da 5M com retidos de areia na malha # 16-40 mesh, onde apesar de não ter o menor teor de água adicionado para a conformação, a areia das malhas # 16-40 mesh 20% demonstraram eficácia na iminuição da retração de secagem.

A Figura 13 apresenta maior retração nas amostras sem areia BV, seguida da formulação 4V e 8V areia passante na malha <200 mesh, 10% e 20%, com valores



Figura 13. Retração de Secagem argila de Morro.

de retração de 8,86% e 8,50% respectivamente, estas já demonstraram anteriormente a maior necessidade de teor de água para a conformação assim apresentam maior retração de secagem. A menor retração foi da 5V com areia retida entre as malhas # 16-40 mesh na quantidade de 20%, apesar de não ter o menor teor de água adicionado para a conformação, ficando claro a influencia do teor e da granulometria na retração de secagem.

4. Considerações Finais

A partir desse estudo pode-se concluir que a adição de areia nas argilas de morro e de várzea, nas malhas entre # 16 e # 200 mesh, nas proporções de 10% e 20%, ajudam a diminuir o teor de água utilizado para a extrusão da massa cerâmica.

A retração do material durante o processo de secagem é mais estável com as malhas # 80-200 mesh nas proporções de 10% e 20% para argila de morro. Nas argilas de várzea a estabilidade se obteve nas malhas # <200 mesh nas proporções de 10% e 20%.

As trincas apareceram somente na argila de várzea bruta e nas formulações contendo adição de 10% de areia. Em percentuais de 20% a adição de areia nas malhas # 16-40 mesh na argila de várzea e na argila de morro, diminuiu a retração do material.

Não houve diferenças significativas na absorção de água e retração de queima. Apesar da alta quantidade de quartzo inclusa nas formulações, não apresentaram trincas de resfriamento.

O presente estudo observou no resultado dos ensaios de umidade de conformação, curva de Bigot, retração de secagem e absorção de água a forte influencia do tamanho granulométrico e do teor de areia adicionada a argila de morro e várzea. A granulometria da areia teve efeito em todos os resultados das análises, em alguns o teor foi fundamental para obtenção de tal resultado se destacando frente ao tamanho granulométrico.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES e a todas as empresas que colaboraram direta e indiretamente para o desenvolvimento desse trabalho.

Referências

- CABRAL, J. R. M. et al. Assessoria técnico-gerencial para implantação de um pólo cerâmico no Estado da Bahia. São Paulo: IPT, 2002.
- MACEDO, R. S. et al. Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha. Cerâmica, v. 54, n. 332, p. 411-417. 2008.
- 3. CABRAL, J. R. M. et al. **Argilas para cerâmica vermelha**. Brasília: Rochas e Minerais Industriais, 2005.
- SANTOS, P. S. Tecnologia de argilas. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1989. v. 1.
- FLORES, O. J. U. et al. Modelo matemático aplicado à avaliação da plasticidade de argilas. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- AGUIAR, M. R. M. P.; NOVAES, A. C. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminos silicatos. Química Nova, v. 25, n. 6B, p. 1145-1154, 2002.
- BAUER, L. A. F. Materiais de construção. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científico, 2000.
- VIEIRA, C. M. F.; FEITOSA, H. S.; MONTEIRO, S. N. Avaliação da secagem de cerâmica vermelha através da curva de bigot. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2003.
- FACINCANI, E. Tecnologia cerâmica: cerâmica estrutural.
 1. ed. São Paulo, 2002. v. 1.